

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

REC'D 01 AUG 2003

WIPO PCT



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Aktenzeichen:**

102 61 022.3

**Anmeldetag:**

24. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren und Steuereinrichtung zum Ansteuern von  
Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen

**IPC:**

F 01 L 9/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
im Auftrag

Agurks

20.12.02 JC/Wj

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Steuereinrichtung zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen.

15

Es ist bekannt bei Brennkraftmaschinen den herkömmlichen Ventiltrieb mit Nockenwellen durch eine elektrohydraulische Ventilbetätigung zu ersetzen. Bei einer solchen elektrohydraulischen Ventilbetätigung sind den Gaswechselventilen Magnetventile zugeordnet, die den Zu- und Abfluss einer druckbeaufschlagten Flüssigkeit, eines Hydrauliköls, in die Arbeitskammer eines hydraulischen Arbeitszylinders steuern. Über die Füllung der Arbeitskammer des hydraulischen Arbeitszylinders wird die Stellung des entsprechenden Gaswechselventils verändert.

20

25

Der Vorteil einer solchen elektrohydraulischen Ventilsteuerung ist darin zu sehen, dass das Betätigen der einzelnen Gaswechselventile der Brennkraftmaschine unabhängig voneinander erfolgen kann. Hierdurch wird eine große Variabilität in den Öffnungs- und Schließzeitpunkten der Gaswechselventile erreicht. Dabei ist die Variabilität sowohl zwischen den Gaswechselventilen unterschiedlicher Brennkammern untereinander als auch zwischen den Gaswechselventilen einer Brennkammer gegeben. Durch entsprechende Abstimmung der Betätigung der Magnetventile ist es beispielsweise möglich die Ventilbetätigung zweier Gaswechselventile gleicher Funktion, also zweier Einlassventile oder zweier Auslassventile, zu synchronisieren und dabei alle vorhandenen Bauteiltoleranzen und systemimmanente Abweichungen im Gleichlauf auszugleichen.

30

35

Daher ist es von elektrohydraulischen Ventilbetätigungen bekannt, in einem Steuergerät zeitsynchron zu der Kurbelwellenbewegung und ggf. abhängig vom Fahrzustand des Fahrzeugs, den Betriebszuständen der Brennkraftmaschine sowie abhängig von Fahrervorgaben für jedes einzelne Magnetventil ein Ansteuersignal zu ermitteln, über eine entsprechende Ansteuerleitung dieses Signal an eine Endstufe zu übermitteln. Aufgrund des Betätigungssignals wird dann das entsprechende Magnetventil mittels der Endstufe angesteuert.

Dies setzt voraus, dass zwischen dem Steuergerät und der Endstufe für jedes Magnetventil eine gesonderte Steuerleitung vorgesehen ist. Dies führt zu einem großen Verkabelungsaufwand und zu einem entsprechend großen Aufwand an Rechenleistung im Steuergerät. Jedes Betätigungssignal des Steuergeräts muss kurbelwellensynchron ermittelt und erzeugt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es unter Beibehaltung einer individuellen Betätigung der Gaswechselventile untereinander den für die Betätigung der Magnetventile erforderlichen Verdrahtungs-, Rechen- und Steuerungsaufwand zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird durch erfindungsgemäße Verfahren und Vorrichtungen gelöst.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen bei einer elektrohydraulischen Ventilbetätigung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Brennkammern. Die den Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventile sind unabhängig voneinander betätigbar. Hierzu werden in einer Steuereinheit kurbelwellensynchrone Ansteuersignale für Magnetventile der Brennkraftmaschine ermittelt und einer Endstufe übermittelt. Die Endstufe steuert die Magnetventile aufgrund der übermittelten Ansteuersignale an. Dabei weist jede Brennkammer der Brennkraftmaschine als Gaswechselventil jeweils wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil auf. Gemäß der Erfindung bilden alle Magnetventile aller Gaswechselventile einer Brennkammer einen Magnetventilsatz. Für alle Magnetventile eines Magnetventilsatzes wird jeweils ein Betätigungsprofil vorgegeben. In der Steuereinheit wird für jede Brennkammer ein kurbelwellensynchrones Aktivierungssignal ermittelt und der Endstufe zugeführt. Die Endstufe steuert die Magnetventile des Magnetventilsatzes aufgrund des Aktivierungssignals der Zylinder

entsprechend dem für das entsprechende Magnetventil abgespeicherten  
Betätigungsprofils an.

5 Diese Vorgehensweise beruht darauf, dass zwar zwischen den Magnetventilen  
unterschiedlicher Gaswechselventile einer Brennkammer große Unterschiede bestehen  
können, die Betätigung aller Magnetventile jedoch einem Grundmuster folgt, wobei  
zwischen einander entsprechenden Magnetventilen unterschiedlicher Brennkammern  
keine große Varianz gegeben ist. Es wird daher in der Steuereinheit zunächst einmal ein  
10 Betätigungsprofil für jedes Magnetventil eines Magnetventilsatzes gebildet. Diese  
Ermitteln und das Übertragen dieser Information muss zwar rasch, aber nicht  
kurbelwellensynchron durchgeführt werden. Die Ansteuerung der einzelnen  
Magnetventile und ihre Synchronisation bezüglich der Kurbelwelle erfolgt über das der  
entsprechenden Brennkammer zugeordnete Aktivierungssignal. Es wird also eine  
15 brennkammerindividuelle Synchronisation sichergestellt, während der Verlauf der  
Magnetventilbetätigungen einander entsprechender Magnetventile der unterschiedlichen  
Brennkammern einander entspricht.

20 Durch die laufende Neuberechnung der Betätigungsprofile für den Magnetventilsatz ist  
eine rasche, laufende Anpassung der Magnetventilbetätigungszeitpunkte an den aktuellen  
Fahrzustand und den Fahrwunsch des Fahrers durchführbar. Insgesamt gesehen bleibt die  
Variabilität und Anpassbarkeit der Betätigungszeitpunkte und Betätigungsdauern der  
Gaswechselventile der Brennkraftmaschine erhalten. Dennoch ist das Erfordernis der  
Synchronisation der Neuberechnung bezüglich der Kurbelwelle nicht mehr gegeben. Die  
Ansteuerung kann dabei nicht nur lediglich Kurbelwellensynchron sondern auch zugleich  
25 zeitsynchron durchgeführt werden.

30 Gemäß vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass für jedes einzelne  
Magnetventil des Magnetventilsatzes ein spezifisches Betätigungsprofil ermittelt wird.  
Hierdurch wird eine weitgehende Anpassung der Betätigung der Magnetventile an den  
Fahrzustand erzielt.

35 Gemäß vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besteht das Aktivierungssignal für  
jeden einzelnen Zylinder aus einem binären Signal, wird im Steuergerät ermittelt und an  
die Endstufe übermittelt. Das binäre Signal ist ein einfach zu erzeugendes Signal, dessen  
Informationsgehalt ausreichend groß ist. Es ist weiter vorteilhaft, wenn das

Aktivierungssignal für jeden einzelnen Zylinder in einer zylinderspezifischen Aktivierungssignalleitung an die Endstufe übermittelt wird. Hierdurch wird in einfacher Weise ein Entkoppeln der Aktivierungssignale der unterschiedlichen Aktivierungssignale voneinander erreicht.

5

Die Endstufe aktiviert gemäß vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung die Magnetventile eines Zylinders aufgrund des Wechsels des Wertes des Aktivierungssignals dieses Zylinders gemäß dem entsprechenden Betätigungsprofil. Insbesondere in Verbindung mit einem binären Signal kann ein Wechsel vom ersten zum zweiten Wert des Aktivierungssignals eine andere Funktion als ein Wechsel vom zweiten zum ersten Wert des Aktivierungssignals haben. Dabei werden gemäß bevorzugter Ausgestaltung die Einlassventilen zugeordneten Magnetventile aufgrund eines ersten Wertewechsels zwischen zwei Werten des Aktivierungssignals und die den Auslassventilen zugeordneten Magnetventile aufgrund eines vom ersten verschiedenen zweiten Wertewechsels zwischen zwei Werten des Aktivierungssignals erfolgt.

10

15

Gemäß bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung werden Betätigungsprofile im Steuergerät ermittelt und über eine Datenleitung an die Endstufe übermittelt und dort zur Verwendung bei der Ansteuerung der Magnetventile in einer Speichereinheit abgespeichert. Hierbei werden die in der Speichereinheit der Endstufe abgelegten Betätigungsprofile während des Betriebs der Endstufe durch im Steuergerät vorzugsweise neu ermittelte Werte aktualisiert.

20

Ein Betätigungsprofil besteht gemäß vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung aus einem Rechteckprofil, das den Beginn und die Dauer der Betätigung des Magnetventils bezüglich dem durch das entsprechende Aktivierungssignal festgelegten Zeitpunkt. Gemäß bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung besteht ein Betätigungsprofil aus der Angabe von vier aufeinander folgenden Zeitdauern. Dabei repräsentiert die erste Zeitdauer die Dauer einer Wartezeit, die zweite Zeitdauer die Dauer Anlegens einer Anzugsspannung am Magnetventil, die dritte Zeitdauer, die Dauer einer Freiflugphase und die vierte Zeitdauer die Dauer des Anlegens einer Haltespannung am Magnetventil repräsentiert.

25

30

Gemäß bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird im Steuergerät ein Anpassungssatz ermittelt, der eine magnetventilspezifische Anpassung der Werte des

35

Betätigungsprofils für Magnetventile eines Magnetventilsatzes beinhaltet. Die Werte des Anpassungssatzes werden vom Steuergerät an die Endstufe, insbesondere mittels einer von der ersten Datenleitung getrennten zweiten Datenleitung übermittelt. Vorzugsweise wird für jeden Magnetventilsatz jeweils eine Anpassungsgruppe von Anpassungssätzen für alle Magnetventile der Magnetventilgruppe ermittelt. Durch diese Maßnahme wird eine individuelle Magnetventilbetätigung jedes Magnetventil ermöglicht. Auch zwischen den einander entsprechenden Magnetventilen unterschiedlicher Magnetventilsätze können unterschiedliche Betätigungszeiten bezüglich des jeweiligen Betätigungssignals erreicht werden. Somit bleiben die einzelnen Magnetventile voneinander unabhängig. Diese Ausgestaltung der Erfindung vereinigt also den Vorteil des verringerten Rechen und Steuerleitungsaufwand mit den Vorteilen der Unabhängigkeit der Ventilbetätigung. Dies kann insbesondere deshalb ausgenutzt werden, weil die zeitliche Veränderung des Verhaltens einander entsprechender Magnetventile verschiedener Magnetventilgruppen untereinander, beispielsweise bedingt durch eine voneinander abweichende Temperaturentwicklung der Magnetspulen der Magnetventile, relativ langsam erfolgt, während die Veränderung der Betätigungsprofile der Magnetventilsätze aufgrund des Fahrzeugzustandes häufiger und schneller erfolgt.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Schaltungsanordnung zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen. In einer Steuereinheit werden Ansteuersignale für die Betätigung der Magnetventile ermittelt. Von der Steuereinheit werden über entsprechende Leitungen Signale an eine Endstufe übermittelt. Durch die Endstufe erfolgt die Ansteuerung der Magnetventile. Erfindungsgemäß handelt es sich bei den Leitungen zwischen Steuereinheit und Endstufe um eine Datenleitung zum Übermitteln von Betätigungsprofilen von Magnetventilen und um Aktivierungssignalleitungen zum kurbelwellensynchronen Aktivieren der Betätigung der Magnetventile von Zylindern aufgrund von Aktivierungssignalen.

Gemäß der Erfindung wird durch das Vorsehen der Aktivierungssignalleitungen und die eine Datenleitung der Verkabelungsaufwand zwischen Steuereinheit und Endstufe erheblich reduziert. Die Zahl der Leitungen wird deshalb verringert, weil über das Signal einer Aktivierungssignalleitung die Endstufe eine Vielzahl von Magnetventilen ansteuern kann, da diese zu Magnetventilgruppen zusammengefasst sind.

Gemäß vorteilhafter Ausgestaltung ist für jeden Zylinder eine Aktivierungssignalleitung zwischen Steuereinheit und Endstufe vorgesehen ist. Gemäß vorteilhafter Weiterbildung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist eine zweite Datenleitung zum Übermitteln der von Anpassungssätzen vorgesehen. Darüber hinaus ist es auch vorteilhaft, wenn die Endstufe eine Speichereinheit zum Abspeichern wenigstens der Betätigungsprofile der Magnetventilsätze aufweist.

Weiter entspricht es vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung, wenn in der Endstufe eine Recheneinheit zum Ermitteln der Ansteuersignale aus den Betätigungsprofilen und den Aktivierungssignalen sowie ggf. aus den Anpassungssätzen vorgesehen ist.

Im Übrigen ist die Erfindung auch an Hand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert; dabei zeigt:

Figur 1: in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung; Figur 2: das Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens; und Figur 3: den zeitlichen Verlauf von Betätigungsprofil und Ansteuersignal.

Die Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung 10. Die Schaltungsanordnung weist ein Steuergerät 11 auf, in dem die Betätigungsprofile und die Anpassungssätze ermittelt werden. Das Steuergerät ist über mehrere Leitungen 12, 13, 14 mit der Endstufe 18 verbunden. Dabei dient die erste Datenleitung 12 der Übermittlung der Betätigungsprofile, die zweite Datenleitung 13 der Übermittlung der Anpassungssätze. In der Endstufe 18 ist ein Speicher 17 vorgesehen, in dem ein erster Speicher 15 zum Abspeichern der Betätigungsprofile und ein zweiter Speicher 17 zum Abspeichern der Anpassungssätze ausgebildet ist. Daneben sind die Aktivierungssignalleitungen 12 zwischen Steuergerät 11 und Endstufe 18 ausgebildet. Für jede Magnetventilsatz MG1, MG2, MG3 ist dabei jeweils eine Aktivierungssignalleitung 12 ausgebildet.

In der Endstufe 18 dient eine Recheneinheit 19 dem Ermitteln der Ansteuersignale aus den in dem Speicher 17 abgelegten Betätigungsprofilen und den Anpassungssätzen. Aufgrund der über die Aktivierungssignalleitungen 12 übermittelten Aktivierungssignale werden die Ansteuerleitungen 20 bestromt, die jeweils zu einem spezifischen Magnetventil M1,...,M5 einer der Magnetventilsätze MG1,...,MG3 führen. Dabei sind

Magnetventile  $M_i$  gleicher Nummer der Magnetventilsätze  $MG_1, \dots, MG_3$  einander entsprechende Magnetventile, die – ggf. abgesehen von einer Anpassung aufgrund eines Anpassungssatzes – mit dem gleichen Betätigungsprofil ansteuerbar sind.

Die Magnetventile  $M_1, \dots, M_5$  bilden jeweils einen Magnetventilsatz  $MG_1, \dots, MG_3$ . In der Figur 1 sind zur Vereinfachung 3 Magnetventilsätze mit jeweils fünf Magnetventilen  $M_i$ ,  $i=1, \dots, 5$  dargestellt. Die Anzahl der Magnetventile  $M_i$  in einem Magnetventilsatz ist jedoch ebenso entsprechend den jeweiligen Verhältnissen anpassbar, wie die Anzahl der Magnetventilsätze.

Die Figur 2 zeigt in schematischer Darstellung das Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Schritte 110, 111; 120, 121; 130, 131 werden dabei in der Steuereinheit ausgeführt und können durchaus parallel zueinander erfolgen. Die Schritte 140 und 141 werden in der Endstufe ausgeführt und erfolgen parallel zu dem Ablauf der in der Steuereinheit ausgeführten Verfahrensschritte.

Gemäß dem Schritt 110 werden die Betätigungsprofile 24a, 24b (Fig. 3) ermittelt und anschließend gemäß dem Schritt 111 über die erste Datenleitung 13 an die Endstufe 18 übermittelt. Gemäß dem Schritt 120 werden die Anpassungssätze ermittelt und gemäß dem Schritt 121 über die zweite Datenleitung 14 an die Endstufe 18 übermittelt. Gemäß dem Schritt 130 werden die Aktivierungssignale 23 synchron zur Kurbelwellendrehung ermittelt. Sie werden dann gemäß dem Schritt 131 über die Aktivierungssignalleitungen 12 an die Endstufe 18 übermittelt.

Gemäß dem Schritt 140 wird in der Endstufe 18 aufgrund der vorliegenden Werte der Anpassungssätze und der Betätigungsprofile die für ein bestimmtes Magnetventil  $M_i$  ( $i=1, \dots, 5$ ) eines Magnetventilsatzes  $MG_j$  ( $j=1, \dots, 3$ ) die für die Ansteuerung des Magnetventils  $M_i$  erforderlichen Werte ermittelt. Ist für einander entsprechende Magnetventile  $M_i$  der Magnetventilsätze  $MG_1, \dots, MG_3$  ein Betätigungsprofil 24 durch die vier Zahlenwerte  $Ti_1, Ti_2, Ti_3, Ti_4$  vorgegeben (siehe Figur 3) und für das Magnetventil  $M_i$  der Magnetventilsatzes  $MG_j$  ein Anpassungssatz durch die vier Werte  $Aij_1, Aij_2, Aij_3, Aij_4$  so ergibt sich für dieses Magnetventil ein die Ansteuerung charakterisierender Datensatz  $D(M_i, MG_j)$  nach der Gleichung  $D(M_i, MG_j) = (Ti_1 * Aij_1, Ti_2 * Aij_2, Ti_3 * Aij_3, Ti_4 * Aij_4)$ . Die Werte  $Aijn$  mit  $n=1, \dots, 4$  eines Anpassungssatzes sind also Skalierungsfaktoren. Gemäß dem Schritt 141 werden entsprechend dem Eintreffen der



Aktivierungssignale 23 die Magnetventile  $M_i$  der Magnetventilgruppen  $MG_1, \dots, MG_3$  aktiviert. Alternativ zu einer Skalierung mit Faktoren, wie sie hier dargestellt ist, kann der Anpassungssatz auch direkt Korrekturwerte enthalten, die dann durch Addition mit dem Magnetventilsatz verknüpft werden.

Die Figur 3 zeigt den zeitlichen Verlauf eines Aktivierungssignals 23 sowie parallel dazu den Verlauf von zwei Betätigungsprofilen 24a, 24b. Die Betätigungsprofile 24a, 24b sind jeweils einem Magnetventil  $M_i$  zugeordnet. Das Magnetventil  $M_i$  mit dem Betätigungsprofil 24a ist dabei einem Einlassventil der Brennkraftmaschine zugeordnet, während das Magnetventil  $M_i$  mit dem Betätigungsprofil 24b einem Auslassventil der Brennkraftmaschine zugeordnet sind und beide Magnetventile einem Magnetventilsatz  $MG_j$  angehören. Das Aktivierungssignal 23 wechselt kurbelwellensynchron zum Zeitpunkt der aufsteigenden Flanke 21 seinen Wert, beispielsweise von 0 nach 1. Nach diesem Zeitpunkt werden die Betätigungsprofile 24a der den Einlassventilen zugeordneten Magnetventile  $M_i$  bemessen. Das Aktivierungssignal ist von vorgegebener Dauer und wechselt danach wieder seinen Wert. Dies ist durch die abfallende Flanke 22 dargestellt. Nach diesem Zeitpunkt werden die Betätigungsprofile 24b der den Auslassventilen zugeordneten Magnetventile  $M_i$  bemessen.

Jedes Betätigungsprofil eines Magnetventils  $M_i$  besteht aus vier aufeinander folgenden Zeitabschnitten,  $T_{i1}$ ,  $T_{i2}$ ,  $T_{i3}$ ,  $T_{i4}$ . Die Wartezeit  $T_{i1}$  gibt an, wie viel Zeit nach der entsprechenden Flanke die Betätigung des Magnetventils  $M_i$  beginnt. Für die Anzugsspannungszeit  $T_{i2}$  wird das Magnetventil  $M_i$  mit einem Anzugsstrom bestromt. Anschließend ergibt sich eine Freiflugphase der Dauer  $T_{i3}$  in der das Magnetventil nicht bestromt wird. Daran schließt sich die Haltezeit  $T_{i4}$  an, während der das Magnetventil mit Haltestrom bestromt wird.

Durch die Anpassungssätze  $A_{ij}$  können die Betätigungsprofile 24a, 24b an die individuellen Verhältnisse eines Magnetventils  $M_i$  des Magnetventilsatzes  $MG_j$  angepasst werden. Die Anpassungssätze  $A_{ij}$  aller Magnetventile  $M_i$ ,  $i=1, \dots, 5$  eines Magnetventilsatzes bilden eine Anpassungsgruppe.

20.12.02 JC/Wj

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

# Ansprüche

15

20

25

30

1. Verfahren zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen, bei einer elektrohydraulischen Ventilbetätigung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Brennkammern, wobei
  - die den Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventile unabhängig voneinander betätigbar sind,
  - in einem Steuergerät zumindest kurbelwellensynchrone Ansteuersignale für Magnetventile der Brennkraftmaschine ermittelt und einer Endstufe übermittelt werden,
  - wobei die Endstufe die Magnetventile aufgrund der übermittelten Ansteuersignale ansteuert, undwobei die Gaswechselventile jeder Brennkammer jeweils wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil umfassen dadurch gekennzeichnet, dass
  - alle Magnetventile (Mi) aller Gaswechselventile einer Brennkammer einen Magnetventilsatz (MGj, MG1, MG2, MG3) bilden,
  - für alle Magnetventile (Mi) eines Magnetventilsatzes (MGj, MG1, MG2, MG3) ein Betätigungsprofil (24, 24a, 24b) vorgegeben ist,
  - in der Steuereinheit (12) für jede Brennkammer ein kurbelwellensynchrones Aktivierungssignal (23) ermittelt und der Endstufe (18) zuführt,
  - die Endstufe die Magnetventile aufgrund des Aktivierungssignals der Zylinder entsprechend dem für das entsprechende Magnetventil abgespeicherten Betätigungsprofil aktiviert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für jedes einzelne Magnetventil (Mi) des Magnetventilsatzes (MGj, MG1, MG2, MG3) ein spezifisches Betätigungsprofil ermittelt wird.
- 5 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Aktivierungssignal (23) für jeden einzelnen Zylinder aus einem binären Signal besteht, wobei das Aktivierungssignal (23) im Steuergerät (12) ermittelt und an die Endstufe übermittelt wird.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Aktivierungssignal (23) für jeden einzelnen Zylinder in einer zylinderspezifischen Aktivierungssignalleitung (12) an die Endstufe (18) übermittelt wird.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Endstufe (18) Magnetventile (Mi) eines Zylinders aufgrund des Wechsels des Wertes des Aktivierungssignals (23) dieses Zylinders gemäß dem entsprechenden Betätigungsprofil (24, 24a, 24b) aktiviert, wobei die Einlassventilen zugeordneten Magnetventile (Mi) aufgrund eines ersten Wertewechsels zwischen zwei Werten des Aktivierungssignals (23) und die den Auslassventilen zugeordneten Magnetventile (Mi) aufgrund eines vom ersten verschiedenen zweiten Wertewechsels zwischen zwei  
20 Werten des Aktivierungssignals (23) erfolgt.
- 25 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, die Betätigungsprofile (24, 24a, 24b) im Steuergerät (11) ermittelt werden und über eine Datenleitung (13) an die Endstufe (18) übermittelt und dort zur Verwendung bei der Ansteuerung der Magnetventile (Mi) in einem Speicher (17) abgespeichert werden.
- 30 7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Speicher (17) der Endstufe (18) abgelegten Betätigungsprofile (24, 24a, 24b) während des Betriebs der Endstufe (18) durch im Steuergerät (11) neu ermittelte Werte aktualisierbar sind.
- 35 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betätigungsprofil (24, 24a, 24b) aus der Angabe von mehreren aufeinander folgenden Zeitdauern (Ti1, Ti2, Ti3, Ti4) besteht.

- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungsprofil (24,24a,24b) aus der Angabe von vier aufeinanderfolgenden Zeitdauern (Ti1,Ti2,Ti3,Ti4) besteht, wobei die erste Zeitdauer (Ti1) die Dauer einer Wartezeit, die zweite Zeitdauer (Ti2) die Dauer Anlegens einer Anzugsspannung am Magnetventil (Mi), die dritte Zeitdauer (Ti3) die Dauer einer Freiflugphase und die vierte Zeitdauer (Ti4) die Dauer des Anlegens einer Haltespannung am Magnetventil repräsentiert.
- 10 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Steuergerät (11) für Magnetventile (Mi) ein Anpassungssatz (Aij) ermittelt wird, der eine Anpassung der Werte des Betätigungsprofils (24,24a,24b) beinhaltet, wobei die Werte des Anpassungssatzes (Aij) vom Steuergerät (11) an die Endstufe (18), insbesondere mittels einer zweiten Datenleitung (14) übermittelt werden, wobei vorzugsweise für jeden Magnetventilsatz (MG1,...,MG3) jeweils eine Anpassungsgruppe von Anpassungssätzen (Aij) für die Magnetventile (Mi) ermittelt wird.
- 15 11. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen, wobei in einer Steuereinheit Ansteuersignale für die Betätigung der Magnetventile ermittelt werden, von der Steuereinheit an eine Endstufe über Leitungen Signale übermittelt werden und in der Endstufe die Ansteuerung der Magnetventile erfolgt, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Steuereinheit (11) und Endstufe (18) eine Datenleitung (13) zum Übermitteln von Betätigungsprofilen (24,24a,24b) von Magnetventilen (Mi) und Aktivierungssignalleitungen (12) zum kurbelwellensynchronen Aktivieren der Betätigung der Magnetventile (Mi) von Zylindern aufgrund von Aktivierungssignalen (23) angeordnet sind.
- 20 12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden Zylinder eine Aktivierungssignalleitung (12) zwischen Steuereinheit (11) und Endstufe (18) vorgesehen ist.
- 30 13. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Datenleitung (14) zum Übermitteln der von Anpassungssätzen (Aij) vorgesehen ist.
- 35

14. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Endstufe (18) einen Speicher (17) zum Abspeichern wenigstens der Betätigungsprofile (24,24a,24b) der Magnetventilsätze (MG1,...,MG3) aufweist.

5

15. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass in der Endstufe (18) eine Recheneinheit (19) zum Ermitteln der Ansteuersignale aus den Betätigungsprofilen (24,24a,24b) und den Aktivierungssignalen (23) sowie ggf. aus den Anpassungssätzen (Aij) vorgesehen ist.

10



20.12.02 JC/Wj

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Steuereinrichtung zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen

Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern von Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventilen bei einer elektrohydraulischen Ventilbetätigung einer Brennkraftmaschine mit mehreren Brennkammern. Die den Gaswechselventilen zugeordneten Magnetventile sind unabhängig voneinander betätigbar. Hierzu werden in einer Steuereinheit kurbelwellensynchrone Ansteuersignale für Magnetventile der Brennkraftmaschine ermittelt und einer Endstufe übermittelt. Die Endstufe steuert die Magnetventile aufgrund der übermittelten Ansteuersignale an. Dabei weist jede Brennkammer der Brennkraftmaschine als Gaswechselventil jeweils wenigstens ein Einlassventil und wenigstens ein Auslassventil auf. Gemäß der Erfindung bilden alle Magnetventile aller Gaswechselventile einer Brennkammer einen Magnetventilsatz. Für alle Magnetventile eines Magnetventilsatzes wird jeweils ein Betätigungsprofil vorgegeben. In der Steuereinheit wird für jede Brennkammer ein kurbelwellensynchrones Aktivierungssignal ermittelt und der Endstufe zugeführt. Die Endstufe steuert die Magnetventile des Magnetventilsatzes aufgrund des Aktivierungssignals der Zylinder entsprechend dem für das entsprechende Magnetventil abgespeicherten Betätigungsprofil an.

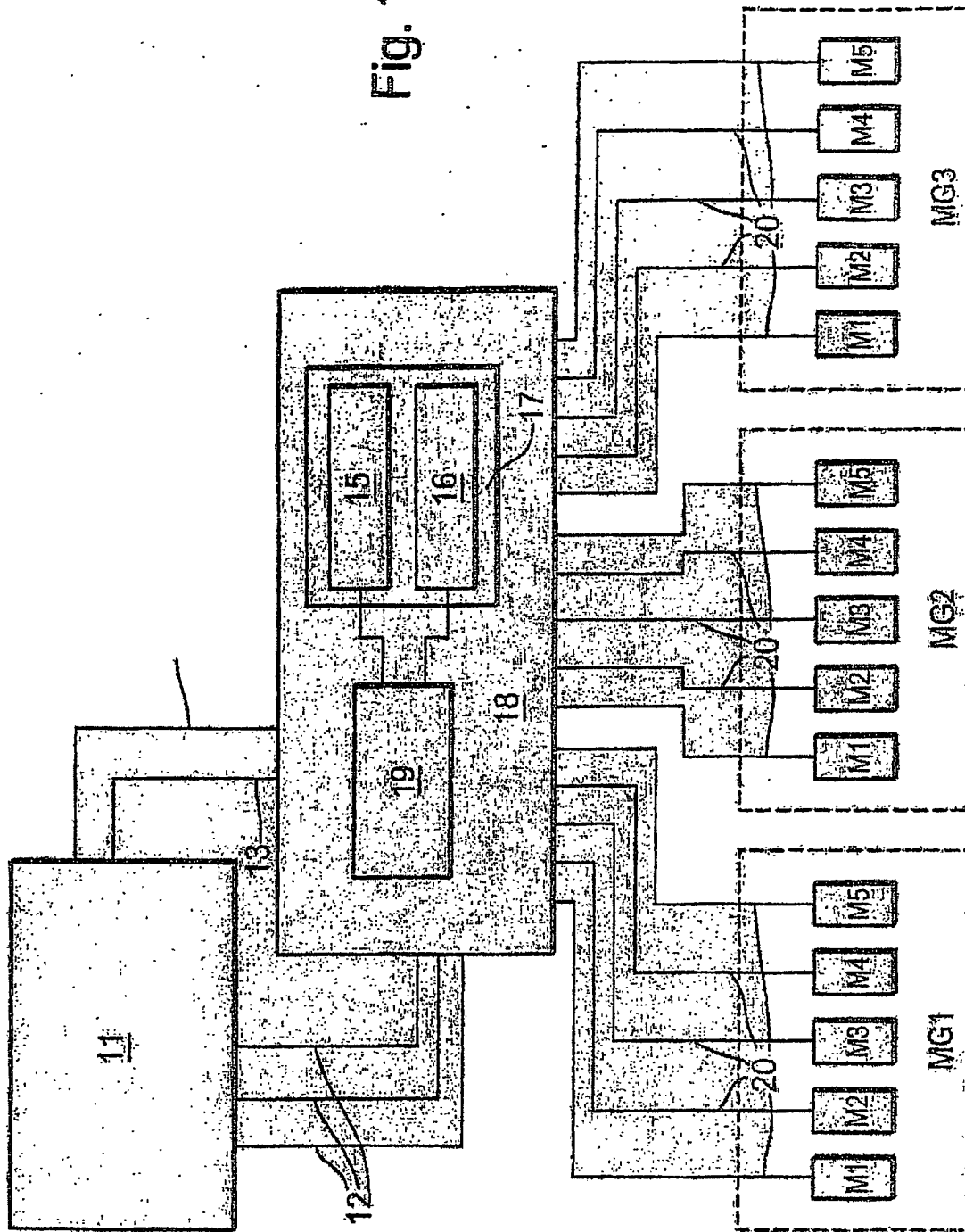
20

25

30

(Figur 1)

10



2/2

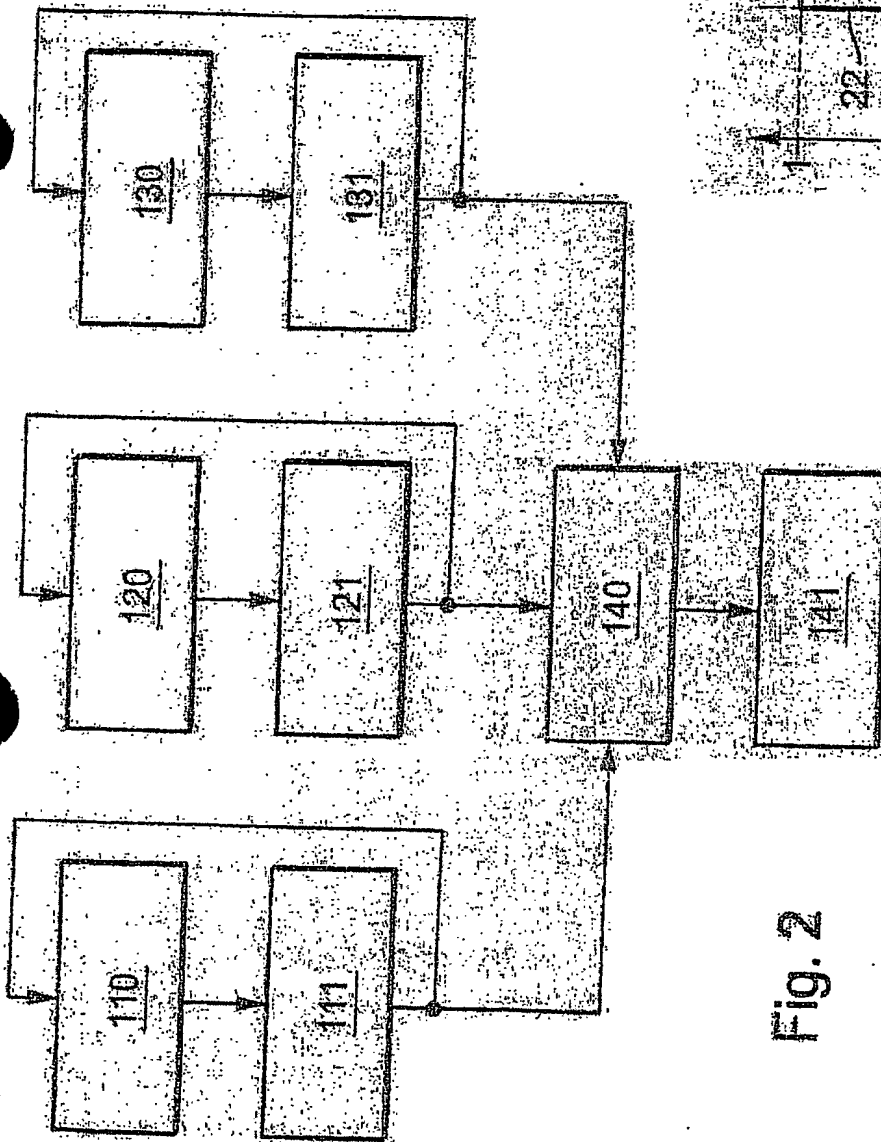


Fig. 2

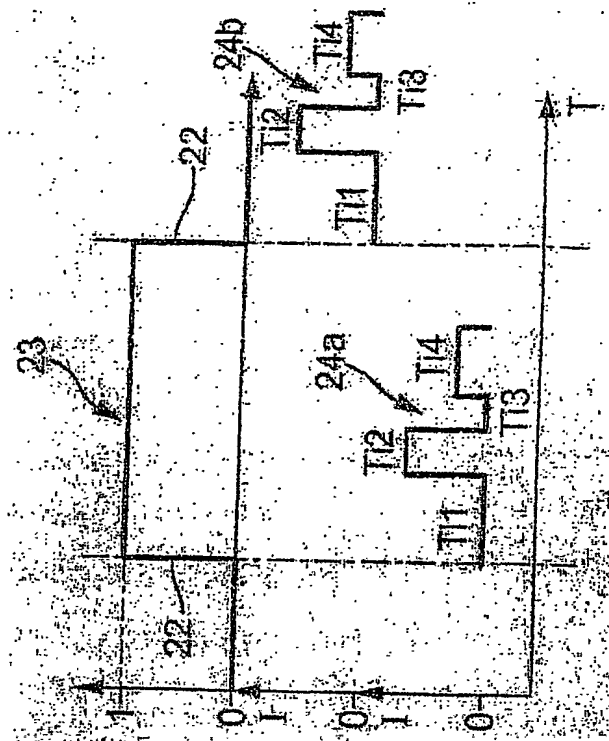


Fig. 3